

UTICAJ DRUMSKOG SAOBRAĆAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

Tihomir Đurić, email: rtihodj@gmail.com

Saobraćajni fakultet Doboj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu

Damir Mrkanović, email: damir.mrkanovic@gmail.com

JU Mješovita srednja škola, Doboj Istok

Semir Suljić, email: rimes-prom@hotmail.com

Autoškola „RIMES“ Gradačac, Mail:

Sažetak: Savremeni procesi integracije saobraćajnih tokova, društveno-ekonomskih promena i svojinske transformacije, uz brzi naučni i tehnološki razvoj, zahtevaju ne samo novu poslovnu filozofiju i strategiju razvoja železnice već i novi način razmišljanja o železnici i njenoj ulozi u ekonomskom razvoju i napretku čitavog društva. Ovo takođe uključuje i svest o pitanjima zaštite životne sredine. Koncept održivog razvoja predstavlja jedan od najuticajnijih načina mišljenja u svetlu suočavanja sa novim izazovima. Nove potrebe različitih korisnika prouzrokovala su razvoj novih metoda sticanja konkurentne prednosti. U izmenjenom poslovnom ambijentu, železnica mora da redefiniše i modifikuje svoje ranije poslovno ponašanje, usredsređujući se na obrazovne potrebe svojih zaposlenih, uključujući i obrazovanje za održivi razvoj.

Ključne reči: drumski saobraćaj, životna sredina, obrazovanje, ekološka svijest.

THE EFFECT OF ROAD TRAFFIC ON ENVIRONMENT

Abstract: Modern processes of integration of traffic flows, socio-economic changes and property transformations, with rapid scientific and technological development, require not only a new business philosophy and strategy for the development of railways, but also a new way of thinking about the railways and its role in the economic development and progress of the entire society. This also includes awareness of environmental issues. The concept of sustainable development is one of the most influential ways of thinking in the face of facing new challenges. New needs of different users have caused the development of new methods of gaining competitive advantage. In an altered business environment, the railways must redefine and modify their earlier business behavior, focusing on the educational needs of their employees, including education for sustainable development.

Key words: Road traffic, environment, education, environmental awareness.

Uvod

Saobraćaj je privredna delatnost koja ima izuzetan značaj za razvoj privrede i kulture jednog društva. Saobraćaj omogućava prostorno integrisanje svih faktora proizvodnje, deluje stimulatивно na razvoj drugih delatnosti i utiče na razvoj zemlje i njenu povezanost sa svetom. Iako saobraćaj ima značajnu funkciju u procesu društvene reprodukcije, razvoj saobraćaja tokom XX veka doprineo je štetnom uticaju na okruženje. Razvoj saobraćajnih grana doprineo je, sa jedne strane većoj mobilnosti stanovništva i integraciji svetske privrede, ali je, sa druge strane, doveo do „neprihvatljive degradacije životne sredine i smanjenja kvaliteta uslova za život, a zagušenje putnih i vazdušnih koridora vodilo je haosu i paralizi saobraćajnih tokova“¹¹⁵. Veliki napredak koji je učinjen u svim saobraćajnim granama, ali i saznanja o uzrocima i nivou kontaminacije ekosistema, doprineli su da problemi saobraćaja dobijaju novu formu i dimenziju. Više se ne postavlja zadatak da vreme i troškovi prevoza budu odlučujući faktor pri opredeljivanju korisnika za određenu granu ili sredstvo prevoza.

¹¹⁵ Kostadinović, S., Grujić, M. (2003). *Strategija razvoja saobraćaja*, Beograd, Grafo-žig, str. 104.

Danas, prisutni su sve strožiji zahtevi korisnika u pogledu bezbednosti saobraćaja i uticaja na životnu sredinu.

Opšta je tendencija u razvijenim zemljama da se u privredi uvažava sve više model ekološki kompatibilnog sistema proizvodnje. Otuda i oblast saobraćaja, mada u nekim osobenostima drukčija od ostalih oblasti proizvodnje, ne može da bude izuzetak. Među autorima postoji saglasnost o razvoju različitih vidova saobraćaja u budućnosti, koji bi trebalo da bude vođen njihovim prednostima. Potpuno je izvesno da se pri iznalaženju rešenja mora uzeti u obzir da među granama i vdovima saobraćaja postoje određene razlike u pogledu ekološkog uticaja.

Delatnost saobraćaja jeste delatnost sa izraženim negativnim eksternim efektima po okruženje¹¹⁶. Otuda, u sagledavanju pravaca razvoja saobraćaja moraju da budu uzeti u obzir i eksterni troškovi, koji su rezultat negativnih eksternih efekata koje saobraćaj prouzrokuje. Prema proceni eksternih troškova za 27 zemalja članica EU, ukupni eksterni troškovi saobraćaja za 2008. iznosili su 514 milijarde evra (izuzimajući troškove zastoja saobraćaja), što je iznosilo 4% ukupnog BDP-a. U strukturi troškova, drumski saobraćaj je učestvovao sa 93%, železnički sa 2%, vazdušni (samo kontinentalni letovi) sa 4% i rečni saobraćaj sa zanemarljivih 0,3%. Više od tri četvrtine ukupnih troškova su zbog prevoza putnika. Samo 23% ukupnih eksternih troškova su troškovi izazvani teretnim saobraćajem.

Sa aspekta upravljanja, otklanjanje uzroka nastajanja eksternih troškova i zaštita okoline trebalo bi da budu deo poslovne politike preduzeća, deo njegove politike razvoja i politike kvaliteta. U razvijenim zemljama, preduzimaju se mere kako bi se postigla veća ekološka tolerantnost svih vidova saobraćaja, uvažavajući činjenicu da za pojedine vidove saobraćaja treba ulagati više sredstava u tom pravcu.

Evropska komisija je 2011. godine donela smernice razvoja transporta do 2050. godine i preporučila zemljama članicama da pronađu 1.500 milijardi evra za ulaganje u infrastrukturu i vozila budućnosti do 2050. godine. U takozvanoj "beloj knjizi", koja nema zakonsku snagu, navodi se da je potrebno uvesti velike promene u transportni sistem, na primer sprečiti zagušenja u saobraćajnoj mreži, ulagati u ekološka vozila, izgraditi brze pruge i deo saobraćaja prebaciti na železnice. Predlozi imaju za cilj da se iz gradova u potpunosti izbace vozila koja rade na gorivo, da se u aviosaobraćaju udeo goriva sa malim sadržajem ugljenika poveća na 40%, da se za 40% smanje emisije ugljen dioksida u pomorskom saobraćaju i 50% drumskog teretnog i putničkog saobraćaja srednje dugim destinacijama prebaci na železnicu. Zahvaljujući tim merama, bilo bi moguće smanjiti za 60% emisije gasova sa efektom staklene bašte u sektoru transporta do sredine ovog veka. U ovom poglavlju se sagledavaju posledice saobraćaja na životnu sredinu, sa posebnim naglaskom na železnicu kao ekološki najprihvatljiviju granu kopnenog saobraćaja.

1. Posledice saobraćaja na životnu sredinu

Proces zagađivanja životne sredine u procesu realizacije saobraćaja počinje od proizvodnje prevoznih sredstava, preko održavanja, obezbeđivanja energije, manipulacije prevoznika i putnika, sve do kasacije prevoznih sredstava, a završava na deponijama¹¹⁷.

Nepovoljno dejstvo jednog savremenog saobraćajnog sistema na prostor i okolinu može se sagledati kroz uticaje na činioce životne sredine - vodu, vazduh i zemljište. Primera

¹¹⁶ Božić, V. (2011). *Ekonomija saobraćaja*, 2. dopunjeno izdanje, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, str. 337.

¹¹⁷ Šubara, N., Stojanović, D., Presburger-Ulniković, B. (2003). *Ekologija u železničkom saobraćaju*, Beograd, Želnid, str. 53.

negativnog delovanja na okruženje ima mnogo: izgradnjom saobraćajne infrastrukture dolazi do strukturalnih i morfoloških promena pejzaža; visok stepen motorizacije doveo je do značajnog zagađenja zemljišta i vazduha štetnim olovom; dinamičan razvoj svih vidova transporta uslovio je veći obim globalne potrošnje energije svih vrsta; zbog neuspešnog kontrolisanja drumskog saobraćaja veliki broj ljudi je izloženo buci i zagušenjima saobraćaja; u akcidentima pri prevozu opasnih materija dolazi do njihovog razlivanja i zagađenja vodotokova i podzemnih voda dr.

Osnovni negativni uticaji saobraćaja na okolinu su sledeći¹¹⁸:

- zagađivanje vazduha (uglјovodonicima, ugljenikovim i azotnim oksidima, raznim česticama, pepelom, olovom itd.) ima štetan uticaj na zdravlje ljudi i na okolinu u celini, a posebno na stanje atmosfere;
- buka, izazvana naročito drumskim i vazdušnim saobraćajem, ima tendenciju porasta, posebno u urbanim sredinama;
- prostor koji zauzima saobraćajna infrastruktura dugoročno je izmenjen, a samom gradnjom infrastrukture ograničava se upotrebu tog prostora u druge svrhe;
- čvrsti otpaci, koji nastaju prilikom građenja infrastrukture ili prilikom odlaganje rashodovanih saobraćajnih sredstava i druge opreme, imaju uticaja na zemljište i opšte stanje okoline;
- saobraćajne nezgode, koje se povremeno javljaju u svim granama saobraćaja, posebno su ozbiljan problem u drumskom saobraćaju i prouzrokuju gubitak ljudskih života, povrede sa trajnim invaliditetom, i velike materijalne štete;
- prevoz opasnih materija (eksplozivnih, otrovnih, zapaljivih) predstavlja stalnu potencijalnu opasnost širih razmera;
- potrošnja energije u saobraćaju, kao i korišćenje metala i raznih inerala za izgradnju infrastrukture i proizvodnju saobraćajnih sredstava prouzrokuju niz dugoročnih problema u vezi sa korišćenjem resursa i eventualnog recikliranja;
- zagušenja na pojedinim saobraćajnicama stvaraju gubitak vremena učesnika u saobraćaju, povećavaju razne vidove troškova (po osnovu izgubljenog vremena, po osnovu povećanje potrošnje goriva i sl.), buku, vibracije, emisiju gasova itd.

Međutim, ovde treba napomenuti da je intenzitet prethodno pomenutih negativnih efekata različit po saobraćajnim granama, što je prikazano u tabeli 1. Prezentovani podaci jasno govore da po životnu sredinu nema neutralnog sistema transporta. U vezi sa ovim, Božić i Novaković (2006) ističu da negativni efekti železničkog transporta su nekoliko puta manji od negativnih efekata drumskog saobraćaja, dok pomorski i rečni saobraćaj koriste prirodne puteve i ne zahtevaju zauzimanje novih zelenih površina. Samom činjenicom da razvoj saobraćaja može u velikoj meri da utiče negativno na okolinu, u svetu se poklanja velika pažnja pitanju zaštite životne sredine sa aspekta saobraćaja. Potpuno je izvesno da će rešavanje pitanja razvoja saobraćaja u budućnosti zavisiti od „unapređivanja tehnologije kao i vrste energije koja će biti ‚najisplativija‘ i prema efikasnosti i prema uticaju na okolinu”¹¹⁹. U procesu iznalaženja rešenja za smanjenje negativnih uticaja saobraćaja na životnu sredinu, prepoznaju se dva koraka. U prvom koraku se deo životne sredine (najčešće je to gradska sredina) sagledava kroz ocenjivanje, analizu i vrednovanje te sredine sa ekološkog stanovišta. Posle toga se u drugom koraku identifikuju mere kojima se posmatrana sredina dovodi u

¹¹⁸ Novaković, Cvetanović, Grujić, 1996, navedeno prema: Vojvodić, S., Grujić, M. (1998). *Poslovna ekonomija železnice 2*, Beograd, Želmid, str. 295-296.

¹¹⁹ Đukanović, M. (1996). *Životna sredina i održivi razvoj*, Beograd, ELIT, str. 235.

poželjno stanje. Kada je o urbanoj sredini reč, onda se mere na implementaciji i sprovođenju zaštite životne sredine mogu svrstati u tri kategorije, odnosno:

- urbanističke mere,
- tehničke mere i
- saobraćajne mere.

Pod urbanističkim merama podrazumeva se veoma širok dijapazon aktivnosti zaštite životne sredine koje se mogu realizovati planersko-građevinskim zahvatima na gradskim područjima (ulicama). Za sprovođenje ovih mera neophodne su velike investicije, tako da moraju biti pravilno i pažljivo isplanirane da bi se efikasno primenile. Za realizaciju ovih mera neophodno je realizovati sledeće korake:

- planirati rekonstrukciju i izgradnju putne mreže kroz grad,
- zaštititi objekte i ulice kao i
- obnavljati poprečne profile ulica.

Tehničke mere se oslanjaju na tehnološke inovacije u rešavanju konkretnih problema saobraćaja. Pored tehničkih poboljšanja u vozilima koja se koriste, akcenat je na novim tehnikama proizvodnje (na primer, reciklirani materijali), alternativnom gorivu i inteligentnim transportnim sistemima (ITS). Kako motorno vozilo predstavlja značajnog i velikog zagađivača, tako je tehničkim intervencijama na vozilima na motorni pogon moguće doprineti smanjenju i ublažavanju štetnih efekata emisije zagađivača. Ekološki propisi koji se odnose na smanjenje emisije štetnih materija u atmosferu uslovljavaju brz razvoj tehnike, donoseći savršenija konstrukciona rešenja motora sa unutrašnjim sagorevanjem, a koja imaju za cilj poboljšanja ekoloških parametara.

Ove mere podrazumevaju:

- smanjenje izduvnih gasova motora,
- smanjenje buke vozila kao i
- kontrolu emisije vozila (zagađivača).

Tabela 1. Efekti na okolinu glavnih saobraćajnih grana.

Glavne saobraćajne grane	Vazduh	Vodeni resursi	Zemlja	Čvrsti otpaci	Buka	Rizik zbog nezgode	Ostali uticaji
1	2	3	4	5	6	7	8
Pomorski i rečni		Modifikacija sistema voda za vreme izgradnje luka i kopanja i čišćenje kanala	Površine za infrastrukturu, kao i površine zastarelih pristaništa i kanala	Plovila povučena iz upotrebe		Prevoz goriva i opasnih materija	
Železnički			Površine za pristup infrastrukturi za ostatke zastarelih sredstava i opreme	Napuštene pruge, oprema i prevozna sredstva	Buke i vibracije oko terminala i duž pruga	Iskakanje iz šina ili sudari vozova s opasnim materijama	Učešće u rešenju lokalnog ambijenta u susedstvu, na selu i prirodnih divljih zajednica

Drumski	Zagađenje vazduha (Cl, HC, Nox, čestice i aditivi goriva kao olovo). Globalno zagađenje (CO, CFC)	Zagađenje površinskih i podzemnih voda u površinskom toku, modifikacija vodenih sistema izgradnjom puteva	Površina za drumsku infrastrukturu, površine za vađenje materijala za izgradnju puteva	Napušteni otpaci od radova na putevima; drumska vozila povučena iz saobraćaja	Buka i vibracije od automobile, motorciklista i kamiona u gradovima i duž glavnih puteva	Smrt, telesne povrede i materijalne štete od nezgoda na putevima; rizici u prevozu opasnih materija, od rušenja starih objekata	Učešće ili destrukcija lokalnog ambijenta u su
Vazdušni	Zagađenje vazduha	Modifikacija vodenih površina i tokova i drenaža prilikom izgradnje aerodroma	Površine za infrastrukturu; površine zauzete napuštenim objektima	Prevozna sredstva povučena iz saobraćaja	Buka oko aerodroma		

Mada se tehničkim merama poboljšavaju ekološke performanse prevoznih sredstava, one same nisu dovoljne za ukupno poboljšanje stanja ekoloških faktora, posebno u velikim urbanim oblastima. Efekat ovih mera može biti i neznatan ukoliko izostanu odgovarajuće saobraćajne mere. Saobraćajne mere podrazumevaju sve one mere koje omogućuju pravilno funkcionisanje i utiču na bolje odvijanje najvitalnijih gradskih funkcija. Ove mere se svrstavaju u oblast regulacije saobraćaja i njihovom realizacijom se podiže nivo ekološke zaštite gradske sredine. Njihov cilj je da se pravilno isplaniraju saobraćajni tokovi, tako da ulična mreža može prihvatiti sve korisnike u saobraćajnom sistemu. Težnja za saobraćajnim uslugama je u svim zemljama u tesnoj korelaciji sa nivoom i tendencijama ekonomskog razvoja. Danas, u svetskim okvirima intenziviraju se međunarodni robni i putnički tokovi, što uzrokuje zagušenost delova saobraćajne mreže i pojavu uskih grla u pojedinim vidovima saobraćaja. U uslovima značajnog porasta obima robnog i putničkog saobraćaja, javljaju se ideje o potrebama smanjenja mobilnosti. U vezi sa ovim, pojedini stručnjaci smatraju da najnovije tendencije u razvoju modernog društva preoblikuju i način na koji se ljudi kreću, mesto gde žive, te mesto gde rade. Vreme u kome živimo je vreme informaciono-komunikacionih tehnologija (ICT) koje su omogućile globalnu povezanost svakog sa svakim i suštinski promenile način obavljanja poslova. Iz tog razloga, danas se govori o „dobi umrežavanja“ u kome veliki broj ljudi radi kod kuće, a saobraća (*comunute*, engl.) preko kompjutera, Interneta i drugih savremenih komunikacionih tehnologija. Upravo zbog toga, stručnjaci smatraju da potpuno nov pristup poslu može doprineti smanjenju intenziteta saobraćaja.

2. Saobraćaj i zagađenje atmosfere

Saobraćaj je jedan od najznačajnijih izvora aerozagađenja. Učešće saobraćaja u ukupnoj emisiji štetnih jedinjenja u atmosferi je sledeće¹²⁰:

- 90% svih emisija ugljen-monoksida potiče od saobraćaja, prvenstveno od automobila, a u gradskim sredinama i 100%;
- 50% azotnih oksida potiče od saobraćaja, a u gradovima i 60%;
- 40% emisije ugljovodonika (u gradovima u 50% te emisije) potiče od saobraćaja;
- u proseku, 50% emisije olova potiče od saobraćaja, a u pojedinim gradskim zonama i 100%;
- 80% emisije benzola je iz motornih vozila na benzin;
- 15% emisije ugljen-dioksida koju izaziva čovek poreklom je od saobraćaja;
- u gradovima se emituje još 10% sumpor-dioksida i 50% tvrdih čestica koje potiču od saobraćaja.

Najveće učešće u emisiji štetnih jedinjenja ima drumski saobraćaj. To ilustruju i podaci tabela 2. i 3. U tabeli 3. daje se pregled emisije štetnih materija po saobraćajnim granama. Podaci tabele 4. odnose se na relativno učešće pojedinih grana saobraćaja u emisiji gasova koji uzrokuju efekat staklene bašte. Očigledna je, sa stanovišta zaštite životne sredine, prednost železničkog i vodnog saobraćaja. Poreklo aerozagađenja nalazi se najčešće u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem. Prema podacima Instituta Saobraćajnog fakulteta, sagorevanjem svakog litra fosilnog goriva nastaje približno 100 g ugljen-monoksida, 20 g isparljivih organskih jedinjenja, 30 g azotnih oksida, 2,5 kg ugljen-dioksida i mnoge druge štetne i otrovne materije poput jedinjenja olova, sumpora i čvrste čestice.

Najznačajnija jedinjenja koje se ispuštaju iz motora sa unutrašnjim sagorevanjem, a koja se smatraju ekološki netolerantnim supstancama, su:

- gasovi koji izazivaju efekat staklene bašte (CO_2 , CH_4 i N_2O),
- prekursori ozona (CO , NO_x , nemetanska isparljiva organska jedinjenja - NMVOCs),
- kisele supstance (NH_3 , SO_2),
- čvrste čestice (PM),
- kancerogena jedinjenja (policiklični aromatični ugljovodonici - PAHs, postojani organski zagađivači - POPs),
- otrovne materije (dioksini i furani),
- teški metali (na primer, olovo).

Tabela 2. Emisija štetnih materija po saobraćajnim granama.

Naziv materije	% u jedinici količine	% po saobraćajnim granama			
		železnički	drumski	vodni	vazdušni
ugljen monoksid (CO)	86	1	98	0,8	
azot oksid (NO_2)	17	4	90,5	5	0,5
ugljen vodonik (CH)	9	1	95	3	1
sumpor dioksid (SO_2)	2	10	74	14	2
Čvrste čestice	1	5	85	7	3
ostale (olovo, guma, asfalt i sl.)	3				

Nivo zagađenosti vazduha, posebno u urbanim sredinama, zavisi od:

¹²⁰ Novaković, Cvetanović, Grujić, 1996, navedeno prema: Vojvodić, S., Grujić, M. (1998). *Poslovna ekonomija železnice 2*, Beograd, Želid, str. 296.

- starosti, odnosno kvaliteta vozila;
- kvaliteta goriva koje se koristi;
- prohodnosti saobraćajnica;
- načina na koji je planiran saobraćaj unutar jednog grada (između ostalog i to da li postoje prstenovi koji vode tranzitni saobraćaj van grada);
- načina organizovanja gradskog saobraćaja (na primer, da li postoji podzemna železnica ili ne, kao što je slučaj u Beogradu gde se većina gradskog prevoza obavlja autobusima); te od položaja grada, odnosno meteoroloških prilika područja.

U cilju prevazilaženja problema emisije štetnih gasova iz transportnih sredstava u atmosferu, rešenja se traže kako u konstrukcijskim poboljšanjima motora i usavršavanju sistema sagorevanja u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, tako i u korišćenju alternativnih goriva kao supstituciju postojećim fosilnim gorivima, kao što su biodizel, vodonik, tečni naftni gas i prirodni gas. Pored toga, razvojem intermodalnih tehnologija transporta ostvaruju se uštede u celokupnom transportnom i logističkom procesu i doprinosi redukciji emisija po kilometru¹²¹.

Tabela 3. Relativno učešće u emisiji gasova koji uzrokuju efekat staklene bašte po vrstama transporta 2007. god. u Evropi.

Vid prevoza / Zemlja	Vazdušni	Drumski	Železnički	Vodeni	Ostali	Ukupno
EU-27	12,40	70,90	0,70	15,30	0,70	100,00
EU-25	12,60	70,70	0,60	15,50	0,60	100,00
Bugarska	7,40	82,20	0,90	1,90	7,70	100,00
Njemačka	14,80	77,00	0,70	5,60	1,90	100,00
Francuska	13,40	78,30	0,40	7,60	0,30	100,00
Italija	8,80	81,70	0,20	8,70	0,50	100,00
Mađarska	5,50	93,00	1,40	0,00	0,00	100,00
Poljska	3,40	91,70	1,30	2,00	1,60	100,00
Rumunija	3,50	89,70	4,20	2,30	0,30	100,00
Slovenija	1,80	94,40	0,70	3,10	0,00	100,00
V. Britanija	21,30	70,10	1,40	6,80	0,30	100,00
Češka	5,80	92,30	1,50	0,10	0,40	100,00

Konačno, kada je saobraćaj u pitanju, istraživanja i procena eksternih efekata atmosferskih zagađenja dovela su do primene različitih instrumenata nadoknade šteta u razvijenim zemljama. Grujić i Kostadinović¹²² navode primer Švedske, koja je uvela porez na emisiju zagađenja, gde namet zbog atmosferskog zagađenja prouzrokovanog saobraćajem iznosi 2% bruto nacionalnog dohotka, i gde je drumski saobraćaj odgovoran za nekih 80% ukupnog iznosa.

3. Saobraćaj i buka

Određeni intenziteti zvuka ne smetaju ljudskom uhu, dok su drugi veoma štetni. Buka je svaki zvuk koji je neprijatan i nepoželjan i koji može da deluje razdražujuće na čoveka. Buka ne samo da razdražuje već može, ako joj je čovek dovoljno dugo izložen, oštetiti slušni aparat. Iz fizike je poznato da buka od preko 90 dB, ako deluje kroz duže vreme, izaziva

¹²¹ Božić, V. (2011). *Ekonomija saobraćaja*, 2. dopunjeno izdanje, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, str. 105.

¹²² Kostadinović, S., Grujić, M. (2003). *Strategija razvoja saobraćaja*, Beograd, Grafo-žig, str. 201.

oštećenja sluha. Pored toga, zvuk jačine 120 dB (zvuk pneumatičkog čekića) predstavlja prag za bol u uhu.

Pored buke kojoj je izložen na radnom mestu, savremenog čoveka sve više opterećuju efekti gradske i komunalne buke. Sve jača buka u savremenom svetu, usled sve većeg saobraćaja i industrijalizacije, povećava osetljivost ljudi na stresove i veoma je štetna po zdravlje. Buka se može smatrati uzročnikom poremećaja cirkardijalnih ritmova, narušavanju sna i psihosomatskog zdravlja.

Početkom osamdesetih godina prošlog veka oko 16% stanovništva zemalja OECD (otprilike 130 miliona ljudi) bilo je izloženo nivoima buke koji su prelazili 65 dB, prouzrokovanim drumskim, železničkim ili avio saobraćajem (drum 14%, avion 1%, železnica 1%). Danas, broj ljudi izloženih buci od drumskog i železničkog saobraćaja po milionu putničkih kilometara i tonskih kilometara je skoro podjednako visok u drumskom i železničkom saobraćaju.

U razvijenim zemljama, eksterni troškovi izazvani bukom kreću se u rasponu od 0,02% do 2,27% nacionalnog dohotka po pojedinim zemljama¹²³. Prema podacima Evropske Komisije, eksterni troškovi buke u EU iznose najmanje 0,35% BDP-a¹²⁴. Eksterni troškovi buke uključuju medicinske troškove, troškove gubitka produktivnosti i troškove povećane smrtnosti. U tabeli 5. prikazana je jačina zvuka koju emituju pojedine vrste transportnih sredstava.

Iz tabele može se zaključiti da je, u pogledu nivoa buke koji izaziva, železnica u znatnoj prednosti u odnosu na drumski saobraćaj.

Tabela 4. Buka stvarana različitim saobraćajnim sredstvima.

Vrste saobraćajnog sredstva	Prosečna vrednost buke (dB)
putnički automobil do 700 cm ³	85
putnički automobil 700+1200 cm ³	82
putnički automobil preko 1200 cm ³	82
teško teretno vozilo	103
avioni pri uzletanju i sletanju	106
šinsko vozilo (25 m na obe strane)	65+75
Teretni voz (V = 120 km/h)	60
brzi voz	65
prigradski voz	70

Istraživanja su pokazala da drumska teška teretna vozila imaju visoko učešće u emisiji buke. U vezi sa ovim, Božić i Novaković iznose sledeće podatke: „Istraživanja sprovedena u Japanu i V.Britaniji pokazala su da teška teretna vozila stvaraju buku od 88-92 dB (decibela), a laka teretna vozila od 79-81 dB. Takođe, ova istraživanja su pokazala da pri brzinama od 40-100 km/čas svako povećanje nosivosti vozila od 1,5 tona, povećava buku za 0,1-0,2 dB. Veliki proizvođači buke kod lakih putničkih sredstava su motorcikli, koji proizvode buku veću od 80 dB.“

Glavni izvori buke koja potiče od drumskog saobraćaja su: izduvni i usisni sistem, rad motora i mehanička buka, sistem za hlađenje, grejanje, provetravanje, pneumatici, aerodinamička buka i dr. Kod avio saobraćaja emisija buke nastaje tokom sletanja i uzletanja aviona i zavisi prvenstveno od tipa vazduhoplova i tipa motora. Iako je problem buke najizraženiji u drumskom saobraćaju, železnica je takođe značajan izvor ovog tipa energetskega zagađenja životne sredine.

¹²³ Eror, S. (2003). *Organizacija i tehnologija železničkog saobraćaja*, drugo izdanje, Beograd, Saobraćajni fakultet, str. 31.

¹²⁴ <http://ec.europa.eu/environment/noise/home.htm>, pristupljeno 20.11.2018.

U železničkom saobraćaju postoji više izvora koji emituju buku, a među najvažnije izvore ubrajaju se¹²⁵:

- buka proizvedena u interakciji točak-šina,
- buka nastala u procesu kočenja,
- aerodinamička buka,
- buka usled rada uređaja za klimatizaciju
- buka uređaja za grejanje i ventilaciju putničkog prostora i dr.

Po pitanju buke, postoje značajne razlike između železničkog i drumskog saobraćaja, koje idu u prilog železnici. U vezi sa ovim, D. Marković¹²⁶ ističe da u zemljama članicama EU, više od 80% buke iz komunalnih izvora potiče od prevoznih sredstava. Od toga 50% otpada na drumska vozila, 18% na šinska vozila i 13% na vazduhoplove. Dalje, kod prevoza iste količine tereta i istog broja putnika železnički saobraćaj u proseku stvara od 25 do 50% manje buke.

4. Mjere za smanjenje buke u saobraćaju

Buka i vibracije koje potiču od saobraćaja u velikoj meri utiču na život stanovništva naseljenog duž saobraćajnica. Pitanje buke u urbanim sredinama danas je od većeg značaja nego ikada dosad. Imajući u vidu da se buka koja potiče od saobraćaja pojačava dejstvom visokih zgrada, od kojih se zvučni talasi odbijaju i superponiraju, te da kritična vrednost intenziteta buke iznosi 90 dB, onda je sasvim jasno da u svakoj sredini u kojoj se javlja buka intenziteta većeg od 80 dB treba sprovesti mere zaštite.

Radi zaštite od buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja, potrebno je sprovesti sledeće:

- preventivne mere pri prostornom planiranju područja uz puteve i pri planiranju puteva,
- saobraćajne mere,
- građevinske mere na putevima i objektima koji se na njima nalaze.

Urbanističko-prostornim planom treba omogućiti udaljavanje objekata od puteva i planiranje područja uz puteve tako da budu predviđena za svrhe kojima buka ne smeta (na primer, postavljanje objekata poput garaža i skladišta). U sistemu preventivnih mera posebnu pažnju treba posvetiti planiranju novih saobraćajnica, koje treba planirati u koridorima postojećih izvora buke (npr. postojećih puteva i železničkih pruga). Saobraćajnim merama utiče se na tok i režim saobraćaja u smislu poboljšanja toka saobraćaja (na primer, koordinacija saobraćajne svetlosne signalizacije smanjuje buku koja nastaje kao rezultat usporavanja i kočenja vozila), usporavanja saobraćaja u određenim područjima (npr. ograničena brzina kretanja u centralnom delu grada) ili zabrane odvijanja saobraćaja na određenim deonicama puta (npr. za teretna vozila). Od građevinsko- tehničkih mera, posebno treba naglasiti prednost zelenih zaštitnih pojaseva i zaštitnih barijera uz saobraćajnice.

Razvijene zemlje su učinile velike napore da se uticaj štetne emisije buke u saobraćaju svede na najmanju moguću meru. Tako je krajem 1992. godine u Francuskoj stupio na snagu zakon o smanjenju buke koji se odnosi na emisiju buke u vodnom i železničkom saobraćaju.

¹²⁵ Šubara, N., Stojanović, D., Presburger-Ulniković, B. (2003). *Ekologija u železničkom saobraćaju*, Beograd, Želid, str. 162.

¹²⁶ Marković, D.Ž. (2010). *Procesna i energetska efikasnost*, prvo izdanje, Beograd, Univerzitet Singidunum, str. 349.

Zakonom je utvrđena obaveza da se sprovede klasifikacija železničke mreže prema emisiji zvuka, kao i obaveza unošenja ovih podataka u urbanističke regionalne karte. U vezi sa ovim, Graovac i sar. iznose sledeće podatke: „Definisani su pragovi maksimalno dozvoljene emisije buke na svim prugama u Francuskoj i oni iznose za pruge predviđene za brzinu saobraćanja vozova od preko 250 km/h 60 dB u dnevnom i 55 dB u noćnim satima. Na ostalim prugama, dozvoljen nivo buke u dnevnim časovima iznosi 63 dB, a noću ne sme preći 58 dB. U oblastima koje karakteriše nešto veći nivo emisije buke, isključujući rad fabrika kao njen izvor, pomenute granice buke se povećavaju za 5 dB”.

Od zakona i propisa kojima se reguliše zaštita od buke, važno je pomenuti Direktivu 2002/49/EC (END - *Environmental Noise Directive*) kojom Evropska unija obavezuje zemlje članice da kreiraju tzv. „zvučnu kartu”. Ove karte treba da sadrže podatke koji se odnose na količinu emisije buke na glavnim drumskim i železničkim saobraćajnicama i aerodromima. U oblasti železničkog saobraćaja, na snazi je „Tehnička specifikacija za interoperabilnost” (*Technical Specification for Interoperability-TSI*), set specifikacija koje se odnose, pored ostalog, i na ograničenja emisije buke za konvencionalna železnička vozila i vozove velikih brzina.

Izgradnja jedne od najmodernijih ranžirnih stanica u svetu Munchen Nord u Munchenu (Bavarska) je dobar primer pozitivne prakse kada su u pitanju mere za zaštitu od buke. Kod izgradnje ove stanice nije se vodilo samo računa o što je moguće savršenim ranžirnim operacijama i procesima već i o zaštiti prirodne i životne sredine, za što je utrošeno 20% od ukupnih investicionih sredstava. Tako je nova stanica okružena sa visokim zidovima za zaštitu od buke, koji se kao lanac brežuljaka uključuju u pejzaž i koji je u skladu sa prirodom tog područja rekultiviran. Zeleni pojas danas pokriva kolosečna postrojenja stanice Munchen Nord, a stanicu okružuje 15 hektara zasađenih zelenih površina. U novoj stanici zasađeno je preko 500 000 stabala različitog drveća.

5. Saobraćaj i potrošnja energije

Poznato je da je saobraćaj jedan od najvećih potrošača energije - od ukupne energije na potrošnju u saobraćaju otpada oko 20-25%¹²⁷. U vezi sa ovim, V. Božić¹²⁸ iznosi podatak da je u zemljama Evropske unije u 2007. godini učešće saobraćaja u ukupnoj energetske potrošnji iznosilo 31,2%. Kao što se vidi iz podataka tabele 6, u pogledu potrošnje energije po granama postoje znatne razlike - drumski saobraćaj je ubedljivo najveći korisnik energenata. Iz navedenog pregleda se vidi da u zemljama EU drumski saobraćaj učestvuje sa oko 82% u ukupnoj potrošnji energije u saobraćajnom sektoru. Vazdušni saobraćaj učestvuje sa oko 14%, a železnica i rečni saobraćaj učestvuju zajedno sa svega 4% u ukupnoj potrošnji energije.

Što se tiče prevoza robe, treba istaći da su i ovde železnički i vodni saobraćaj najisplativiji sa stanovišta utroška energije, što potvrđuju podaci tabele 6. koja se odnosi na potrošnju energije po jedinici transportnog rada (tonski kilometar) po vrsti prevoza. Dok je utrošak energije kod prevoza robe kamionom četiri puta veći nego kod prevoza robe železnicom ili brodom, kod vazdušnog saobraćaja utrošak energije je više od šezdeset puta veći od utroška u železničkom i vodnom saobraćaju. Velika razlika u potrošnji energije između drumskog i železničkog saobraćaja objašnjava se uglavnom time što je drumski

¹²⁷ Eror, S. (2003). *Organizacija i tehnologija železničkog saobraćaja*, drugo izdanje, Beograd, Saobraćajni fakultet, str. 23.

¹²⁸ Božić, V. (2011). *Ekonomija saobraćaja*, 2. dopunjeno izdanje, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, str. 79.

saobraćaj najveći potrošač tečnih goriva, dok je u železničkom saobraćaju ostvaren visok stepen elektrifikacije pruga, čime je postignuta visoka energetska efikasnost železničkog prevoza. U tom pogledu, Švajcarska je na prvom mestu, sa kompletno elektrifikovanom železničkom mrežom.

Potpuno je nesporno da vodni i železnički saobraćaj predstavljaju energetske efikasnije vidove transporta. V. Božić, razmatrajući problem energetske efikasnosti saobraćajnih grana, naglašava da prednosti elektrificirane železnice treba uzeti uz rezerve i kaže: „Jeste elektrificirana železnica ekološki najtolerantniji vid prevoza (jesu to i metro, tramvaj i trolejbus, kao vidovi gradskog prevoza), zato što koriste električnu energiju kao najčistiju pogonsku energiju u saobraćaju.

Tabela 5. Struktura potrošnje energije po vrstama transporta u Evropi 2007. god. u procentima

Vid prevoza / Zemlja	Drumski	Železnički	Vazdušni	Rečni	Ukupno %
EU-27	81,90	2,50	14,20	1,40	100,00
EU-25	81,80	2,40	14,30	1,40	100,00
Bugarska	88,46	2,10	7,69	1,75	100,00
Nemačka	83,06	3,06	13,39	0,48	100,00
Francuska	84,14	2,61	12,65	0,60	100,00
Italija	88,53	2,06	8,94	0,46	100,00
Mađarska	90,48	4,76	4,76	0,00	100,00
Poljska	93,39	4,13	2,48	0,00	100,00
Rumunija	90,48	4,76	2,38	2,38	100,00
Slovenija	93,33	6,67	0,00	0,00	100,00
V. Britanija	71,82	2,55	23,45	2,18	100,00
Češka	90,77	4,62	4,62	0,00	100,00

Ali ako se električna energija proizvodi u ekološki netolerantnim proizvodnim kapacitetima (termoelektranama na ugalj, posebno lignit), onda stepen izrazite ekološke nadmoćnosti transportnih sredstava koja koriste električnu energiju za pogon, ipak treba uzeti uz te rezerve".

Tabela 6. Potrošnja energije po saobraćajnim granama.

Način prevoza	Spec. potrošnja (kWh/000 tnkm)	Odnos
Železnicom (brz.100 km/h)	120	1,00
Kamionom (brz.100 km/h)	520	4,33
Brodom	120	1,00
Avionom (brz. 800 km/h)	7570	63,08

Zbog rasta cena nafte na svetskom tržištu, postoji potreba da se smanji zavisnost od pojedinih energenata, a da se poveća efikasnost transporta kroz energetske efikasnost. Na prostoru EU razvojem intermodalnog sistema transporta, koji podrazumeva upotrebu dva ili više načina prevoza robe, učinjen je fundamentalni korak ka ostvarenju održive mobilnosti. Integracijom železničkog, drumskog, vazdušnog i vodenog saobraćaj postiže se optimalno i održivo korišćenja resursa. Jedna od najčešće korišćenih varijanti u kontinentalnom transportu je kombinacija drumsko-železničkog transporta, koja omogućava racionalniju potrošnju energije, što se naročito odnosi na drumski prevoz.

6. Literatura

- [1] Kostadinović, S., Grujić, M. (2003). *Strategija razvoja saobraćaja*, Beograd, Grafo-žig, str. 104.

- [2] Božić, V. (2011). *Ekonomija saobraćaja*, 2. dopunjeno izdanje, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, str. 337.
- [3] Šubara, N., Stojanović, D., Presburger-Ulniković, B. (2003). *Ekologija u železničkom saobraćaju*, Beograd, Želnid, str. 53.
- [4] Novaković, Cvetanović, Grujić, 1996, navedeno prema: Vojvodić, S., Grujić, M. (1998). *Poslovna ekonomija železnice 2*, Beograd, Želnid, str. 295-296.
- [5] Đukanović, M. (1996). *Životna sredina i održivi razvoj*, Beograd, ELIT, str. 235.
- [6] Eror, S. (2003). *Organizacija i tehnologija železničkog saobraćaja*, drugo izdanje, Beograd, Saobraćajni fakultet, str. 31.
- [7] <http://ec.europa.eu/environment/noise/home.htm>, (pristupljeno 20.11.2018.)

